

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1931-1932

N°

62

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jeanne
Madame DEIÉ - BUTAUD

NÉE LE 14 OCTOBRE 1901 A OUROÛR-LES-BOURDELINS (CHER)

Contribution à l'Etude des Courbes de fatigue chez l'Enfant

Président : M. LÉON BINET, Professeur.

IMPRIMERIE « LABOR »
8, BOULEVARD DE VAUGIRARD, PARIS-XV^e
— 1932 —

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1931-1932

N°

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Madame DÉTÉ - BUTAUD

NÉE LE 14 OCTOBRE 1901 A OUROUËR-LES-BOURDELINS (CHER)

Contribution
à l'Étude des Courbes de fatigue
chez l'Enfant

Président : M. LÉON BINET, Professeur.

IMPRIMERIE « LABOR »
8, BOULEVARD DE VAUGIRARD, PARIS-XV°
— 1932 —

I. — PROFESSEURS

LE DOYEN : M. BALTHAZARD

Anatomie	MM. ROUVIERE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale	GREGOIRE. Léon BINET
Physiologie	STROHL.
Physique médicale	DESGREZ.
Chimie médicale.....	LEMIERE.
Bactériologie	BRUMPT.
Parasitologie et histoire naturelle médicale....	BAUDOUIN.
Pathologie et thérapeutique générales.....	CLERC.
Pathologie médicale	LENORMANT.
Pathologie chirurgicale	ROUSSY.
Anatomie pathologique	CHAMPY.
Histologie	TIFFENEAU.
Pharmacologie et matière médicale.....	LOEPER.
Thérapeutique	TANON.
Hygiène et médecine préventive.....	BALTHAZARD.
Médecine légale.....	LAIGNEL - LAVAS-
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	TINE.
Pathologie expérimentale et comparée.....	FIESSINGER
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	Maurice VILLARET.
Clinique médicale.....	CARNOT.
	BESANÇON.
	ACHARD.
	M. LABBE.
Hygiène et clinique de la première enfance....	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.....	
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies du système nerveux....	GOUGEROT.
Clinique des maladies infectieuses.....	GUILLAIN.
	TEISSIER.
	DELBET.
Clinique chirurgicale.....	CUNEO.
	LEJARS.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	LEGUEU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie...	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose.....	Léon BERNARD.
Professeur sans chaire.....	MAUCLAIRE.
	MULON.

II. — AGREGES EN EXERCICE

Neurologie et Psychiâtrie.....	MM. ALAJOUANINE.
Pathologie médicale.....	AUBERTIN.
Pathologie médicale	Henri BENARD.
Physiologie	CHAILLEY-BERT
Chimie biologique	SANNIE.
Pathologie chirurgicale.....	BROCQ.
Pathologie médicale	BRULE.
Pathologie chirurgicale.....	CADENAT.
Pathologie médicale	CATHALA.
Pathologie médicale	CHABROL.
Pathologie médicale	CHEVALLIER.
Pathologie chirurgicale.....	de GAUDART d'AL-
	LAINES.
Physique	DOGNON.
Pathologie médicale.....	DONZELOT.
Obstétrique	ECALLE.
Urologie	FEY.
Pathologie expérimentale.....	GARNIER.
Bactériologie	GASTINEL.

MEIS ET AMICIS

A Monsieur LÉON BINET,

Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine
Médecin des Hôpitaux.

*Qui m'a accueillie avec bienveillance
et a bien voulu me faire l'honneur
de présider cette thèse.*

A Monsieur le Docteur GEORGES HUC,

Chirurgien de l'Hôpital Saint-Joseph,
Assistant d'Orthopédie
à l'Hôpital des Enfants Malades.

*Qui m'a inspiré ce travail et a bien
voulu m'aider de ses conseils.
En témoignage de profonde gratitude.*

De tout temps, les phénomènes de la respiration, par leur régularité et par leur présence constante ont attiré l'attention de l'homme.

Le premier cri du nouveau-né et le dernier soupir du mourant ne sont-ils pas des mouvements respiratoires? Vivre et respirer sont devenus de ce fait synonymes.

Les connaissances précises sur la respiration datent des travaux de Lavoisier en 1777. Il montra que la respiration aboutit à une combustion des aliments de l'Economie.

Pour assurer cette combustion, l'homme puise dans l'air de respiration une certaine quantité d'oxygène qui est indispensable à l'équilibre de son organisme. Comme pour la ration alimentaire, il faut une *ration respiratoire d'entretien* à laquelle correspond une dépense minima mise en valeur par l'épreuve du métabolisme basal.

Chez l'enfant, la dépense est supérieure : Il doit en outre se développer et a besoin pour cela d'une *ration de croissance*.

De plus, il joue, il dépense ses forces sans compter : pour compenser cette énergie perdue, il doit accroître sa ration alimentaire et en même temps fournir à son

organisme une plus grande quantité d'oxygène. On peut appeler cette ration supplémentaire *ration de luxe*. L'enfant l'obtient en augmentant sa ventilation pulmonaire, en accroissant le nombre et l'amplitude des mouvements respiratoires et, par conséquent, en développant sa capacité vitale. Les muscles de la cage thoracique fournissent nécessairement dans ces conditions un travail plus considérable que l'on peut appeler **L'EFFORT RESPIRATOIRE**.

L'enfant sain et vigoureux supporte assez facilement cet effort passager. Mais il n'en est pas toujours ainsi : Certains sujets en apparence bien portants sont incapables de fournir cet effort ; ils sont à bout de souffle en quelques secondes, obligés d'interrompre leurs jeux à côté de leurs petits camarades qui n'en sont nullement troublés.

A l'examen de ces enfants, on est parfois frappé de l'étroitesse de la cage thoracique ou par des troubles dystrophiques de croissance : ébauche de scoliose, cyphose, etc..., ou bien, ce sont des enfants porteurs de végétations adénoïdes volumineuses qui obstruent les voies respiratoires supérieures.

D'autres sont porteurs d'adénopathies trachéo-bronchiques. Chez d'autres enfin, on trouve les séquelles de maladie pulmonaires antérieures. Chez ces enfants, on note toujours, si on la recherche, une **INSUFFISANCE RESPIRATOIRE** manifeste. On constate, en effet, chez eux une capacité respiratoire inférieure à

celle des enfants de leur âge en se rapportant aux chiffres donnés par Léon Binet dans ses travaux.

Dans cette étude, l'auteur met également en valeur la fréquence de cet abaissement au cours des états pathologiques ; de plus, il a pu constater chez ces enfants malades une fatigue rapide entraînant une chute de la capacité respiratoire à la suite d'exercices pratiqués en série en vue d'un entraînement respiratoire, alors que des sujets normaux soumis aux mêmes exercices présentaient une courbe assez constante.

E. Sergent et P. Lereboullet, d'autre part, signalent le rôle primordial de l'hypotonicité des muscles de la cage thoracique et la fréquence des troubles nerveux chez les enfants présentant une insuffisance respiratoire.

Nous avons essayé de préciser les rapports de la capacité respiratoire avec ces deux facteurs : **RÉSISTANCE MUSCULAIRE ET TONUS NERVEUX** qui interviennent tous les deux dans la résistance à l'effort respiratoire ; et nous avons recherché une méthode qui tiendrait compte de ces facteurs et qui constituerait un test facile à obtenir rapidement, test capable de guider l'éducateur dans la pratique de l'entraînement respiratoire aussi bien que dans la mesure qu'il faut apporter à la pratique des sports chez l'adolescent.

Pour ce faire, nous avons recherché parmi les moyens d'exploration de l'appareil pulmonaire déjà connus s'il nous était possible d'adopter l'un d'eux tels que :

- Epreuve de l'Apnée volontaire.
- Mesure de la capacité vitale et coefficiente respiratoire.
- Epreuve du débit respiratoire à l'aide du Masque de Pech.
- Epreuve de la résistance respiratoire à la fatigue chez l'enfant normal et chez l'enfant pathologique.

En établissant d'après cette épreuve des courbes de fatigue ou, mieux, des courbes d'épuisement, nous avons obtenu des résultats qui nous semblent faciles à déterminer et à interpréter dans la pratique courante.

EPREUVE DE L'APNÉE VOLONTAIRE

Fréquemment les enfants se font un jeu de retenir leur respiration en s'exerçant à compter sans perdre haleine : C'est l'*Apnée*.

Les travaux de M. Bourgeois inspirés par Léon Binet sur l'épreuve du maximum d'Apnée volontaire, ont montré que la durée en est plus courte chez l'enfant que chez l'adulte : « *faisant ces recherches chez deux enfants, garçon de 7 ans et fillette de 8 ans, nous avons trouvé une durée moyenne de 13'',66 chez l'un et 14'' chez l'autre* ». — Chez l'adulte, le chiffre normal est voisin de 45''.

En accord avec les travaux de Martin Flack et Georges Guillain qui faisaient subir cette épreuve aux aviateurs durant la guerre, le même auteur ajoute : « *L'épreuve du maximum d'Apnée volontaire nous apparaît comme un moyen utile de renseigner le médecin sur le degré d'altération fonctionnelle de l'appareil respiratoire.* »

Chez l'enfant, il est souvent difficile d'obtenir une expérimentation rigoureuse par cette méthode et de se faire une opinion : Il se prête mal à ce qu'on lui demande, et parfois il triche même inconsciemment et de ce fait il est souvent impossible de le chronométrer.

L'Apnée est d'autre part une suspension des fonctions respiratoires, et si cette épreuve donne une notion du tonus nerveux et de la valeur de l'alvéole pulmonaire, elle tient peu compte de la résistance musculaire.

Pour ces deux raisons, nous avons dû abandonner cette méthode.

MESURE DE LA CAPACITÉ VITALE ET COEFFICIENT RESPIRATOIRE

Un autre moyen d'investigation est la mesure de la capacité vitale d'Hutchinson qui se fait à l'aide du spiromètre.

Spiromètre de Hutchinson qui est un gazomètre à eau.

Spiromètre de Verdin à gaz secs.

Spiromètre de Krogh à soufflet mobile indicateur et inscripteur.

Le sujet, après une inspiration forcée, expire dans le spiromètre en s'efforçant d'expirer à fond. Cette méthode est excellente et donne de la capacité vitale une notion exacte. Le chiffre obtenu chez l'adulte atteint 3 litres à 3 litres 500.

Chez l'enfant, comme le remarque M. Léon Binet, ce chiffre est sujet à de nombreuses variations physiologiques dont il faut tenir compte : âge, taille, poids du sujet, surface calculée au moyen des tables de Du Bois, pour obtenir un coefficient respiratoire.

Voici les chiffres donnés par Léon Binet :

1° *Se rapportant à l'âge :*

6 ans	825 cc.
7 à 8 ans	1190 cc.
9 ans	1270 cc.
10 ans	1510 cc.

11 à 12 ans.....	1610 cc.
13 ans	1830 cc.
14 ans	2210 cc.

2° *Se rapportant à la taille :*

6 ans	8 cc.
7 à 8 ans	10 cc. 15
9 ans	10 cc. 45
11 à 13 ans.....	13 cc.
14 ans	14 cc. 90

3° *Se rapportant au poids :*

6 ans	50 cc. 25
7 ans	52 cc. 45
8 ans	53 cc. 10
9 à 10 ans.....	55 cc. 80
11 à 13 ans.....	58 cc. 65
14 ans	60 cc. 95

4° *Se rapportant à la surface (calculée d'après les tables de Du Bois :*

7 ans	1375 cc.
8 ans	1435 cc.
9 ans	1530 cc.
10 ans	1630 cc.
11 à 13 ans.....	1655 cc.
14 ans	1800 cc.

Chez certains enfants (débiles, candidats à la tuberculose par leurs antécédents) où l'on constate fréquemment un coefficient respiratoire au-dessous de la nor-

male, il est de notion courante que la pratique de la gymnastique respiratoire a donné dans bien des cas d'excellents résultats. Elle a pour but d'obtenir « *par un entraînement progressif l'augmentation de la capacité pulmonaire* SOUS LE CONTRÔLE D'UN APPAREIL ENREGISTREUR » (L. Ombredanne).

Cet entraînement consiste à soumettre un sujet à un certain nombre d'efforts respiratoires dont il nous faut pouvoir constater facilement les effets dans un temps donné.

A cette notion de capacité vitale, il faut donc ajouter la notion de temps : ce facteur capital reste difficile à déterminer et à enregistrer.

Cependant ce facteur temps a été mis en valeur dans les travaux de Pech.

ÉPREUVE DU DÉBIT RESPIRATOIRE A L'AIDE DU MASQUE DE PECH

Nous empruntons ici la description de l'appareil à l'auteur.

« Le masque manométrique est un appareil mensurateur de débit. Il consiste en un masque métallique stérilisable emprisonnant la bouche et le nez du sujet et s'appliquant exactement contre les téguments au moyen d'un rebord de caoutchouc rempli d'air. L'intérieur du masque ne communique avec l'air ambiant que par un conduit cylindrique fermé à sa partie antérieure par une paroi mince percée en son centre d'un orifice circulaire de diamètre inférieur au diamètre intérieur du conduit cylindrique et ouvert aux deux bouts. L'extrémité inférieure de ce tube est reliée par un tube en caoutchouc à un manomètre mensurateur gradué, de telle sorte qu'il permet d'évaluer la valeur du débit respiratoire en litres et centilitres à la seconde. On peut, en inscrivant les variations de ce débit dans un temps donné, tracer des courbes. »

L'auteur, donnant les résultats obtenus à l'aide de son appareil, note également dans les cas pathologiques la chute du débit respiratoire :

« Le débit respiratoire maximum diminue dès qu'une affection quelconque atteint l'appareil respiratoire, soit

qu'elle diminue l'élasticité du tissu pulmonaire, soit qu'elle amène une obstruction plus ou moins complète des voies d'accès de l'air. Dans la plupart des cas, l'étendue des lésions est proportionnelle à la diminution du débit maximum. »

De ce fait, l'utilisation du masque manométrique a donné chez l'adulte d'excellents renseignements. La manœuvre en est simple et on peut rapidement, en appuyant sur un bouton destiné à cet usage, faire revenir automatiquement l'aiguille au zéro pour effectuer une nouvelle mesure.

Mais il nécessite déjà toute une petite mise en scène : Il doit être rigoureusement appliqué sur le visage à l'aide d'un lien élastique entourant la tête du sujet, et cela suffit à rendre son emploi difficile chez l'enfant. Pech lui-même avoue, « *malgré l'intérêt que présenteraient ces recherches* », n'avoir jamais pratiqué la mesure du débit respiratoire chez l'enfant.

En admettant que nous ayons parfois à faire à des sujets dociles et intelligents qui ne s'opposent pas à cette expérimentation, il est à peu près impossible de pratiquer des mesures en série dans un groupe d'enfants : la plupart sont effrayés, se débattent, et il est difficile en la circonstance de se placer dans des conditions normales et d'en tirer des conclusions.

Il nous a donc fallu utiliser la mesure de la capacité vitale, mais en précisant exactement la durée de l'expérience.

Pour cela, la courbe de fatigue nous a paru le test le meilleur à utiliser et à adopter.

ÉPREUVE DE LA RÉSISTANCE RESPIRATOIRE A LA FATIGUE

Cette notion de la fatigabilité respiratoire est déjà ancienne.

Le premier, Georges Rosenthal, établit « *qu'un sujet normal doit obtenir le même chiffre spirométrique cinq fois de suite, à quelques secondes d'intervalle* ».

La thèse de H. Rousselot apporte un fait nouveau : « *l'Etude de la capacité pulmonaire faite chez les anciens gazés à l'aide du spiromètre montre souvent une diminution sensible de cette capacité et une fatigue rapide aux efforts respiratoires.* » En répétant les mesures toutes les trois minutes, il note chez les scléreux un abaissement de la capacité pulmonaire.

Citons les travaux des auteurs américains F. W. Peabody et C. Sturgis, qui conseillent de prendre la capacité vitale toutes les 15 secondes pendant 10 minutes.

Les recherches de Ch. Achard et Léon Binet montrent qu'avec un sujet normal, la détermination de la capacité vitale faite toutes les 3 minutes, donne des chiffres sensiblement identiques, ayant peut-être une légère tendance à s'accroître.

Mlle Renée Sicard fait les mêmes constatations chez l'enfant : « *Chiffres sensiblement égaux chez un sujet normal, qui vont en décroissant chez les enfants débiles ou malades.* »

M. Leroubellet faisant des recherches sur l'insuffi-

sance respiratoire chez l'enfant, écrit : « *L'insuffisance respiratoire chez l'enfant entraîne une gêne de l'hématose et, de ce fait, des modifications profondes de l'économie. M. Sergent a mis en relief le rôle primordial de l'hypotonicité musculaire générale, et notamment de l'hypotonicité des muscles respiratoires dans la genèse de l'insuffisance respiratoire.* » L'auteur en accuse également des troubles de la régulation nerveuse : « *Il en est de même chez nombre de petits névrosés qui respirent mal, superficiellement et rapidement, et qui présentent, du fait de cette insuffisance respiratoire, de l'anémie secondaire et des troubles digestifs. Dans tous ces cas, c'est toujours par l'intermédiaire du système nerveux que le fonctionnement respiratoire est influencé.* » Il cite chez l'adolescent une forme clinique dont les symptômes se résument fréquemment par la fatigue à l'effort, à la marche rapide, à la course.

Un peu plus tard, P. Reynier faisant des mesures de capacité respiratoire chez des tuberculeux et des cardiopulmonaires, y attache une valeur diagnostic et pronostic indiscutables.

« *Les chiffres de la capacité vitale vont en diminuant progressivement et à mesure que dans une même séance, on continue les déterminations. Ces faits traduisent une faible résistance respiratoire à la fatigue et un amoindrissement de la fonction élastique du poumon par sclérose du tissu pulmonaire.* »

Chez des tuberculeux au début, où il n'avait noté aucun signe clinique net, mais simplement une capacité vitale nettement amoindrie, l'auteur a vu par la suite évoluer rapidement l'état du malade : « *Les chiffres*

d'emblée sont faibles, très faibles et ils le resteront en admettant qu'un judicieux traitement ne permette pas qu'ils baissent encore. »

En accord avec ces données, nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant de reprendre ces recherches chez l'enfant.

P. Reynier, notant l'indication importante fournie par la mesure de cette résistance respiratoire à la fatigue dans la pathologie cardio-pulmonaire, a dit : « *Son rôle est analogue à celui que joue le baromètre dans la prévision du temps.* » Si l'on se représente combien l'inscription barométrique apparaît à l'observateur comme une indication simple et précise, on se demande s'il ne serait pas intéressant de pousser plus loin la comparaison en mettant, sous forme de tracé, les mesures de la capacité vitale chez l'enfant et en établissant une courbe de fatigue respiratoire dont le but serait d'offrir un renseignement rapide et appréciable sur les résultats donnés par l'entraînement respiratoire.

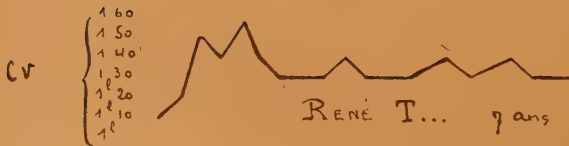
COURBES DE FATIGUE CHEZ L'ENFANT NORMAL

Suivant l'indication donnée précédemment par différents auteurs, nous avons, dans une première série d'expériences, procédé à la mesure de la capacité respiratoire toutes les 15 secondes environ, à l'aide d'un spiromètre de Verdin.

Au cours des deux premières minutes, les chiffres obtenus ont été croissants. Nous avons ensuite observé



Groupe 1: Enfants entraînés à la gymnastique respiratoire



(Groupe 2: Enfants non entraînés.)

quelques variations, puis la capacité respiratoire s'est maintenue ou est revenue au chiffre donné par la première expiration, sans s'abaisser au-dessous de ce chiffre.

Chez quelques sujets dociles, nous avons pu prolonger plus de 10 minutes cette expérience sans que la capacité respiratoire devienne inférieure à la première mesure.

Nous reproduisons ici quelques courbes obtenues. Les trois premières sont le résultat d'examens pratiqués en série chez des enfants entraînés à la gymnastique respiratoire.

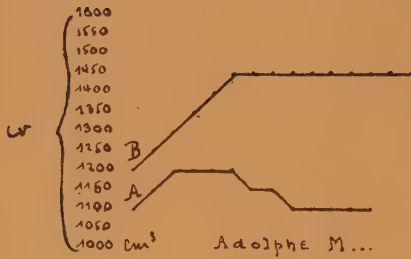
Un deuxième groupe a été choisi parmi les enfants de l'Ecole Lallier.

Notons ici que les chiffres de capacité respiratoire obtenus chez ces enfants peuvent paraître bien supérieurs aux chiffres donnés par les tables de Léon Binet.

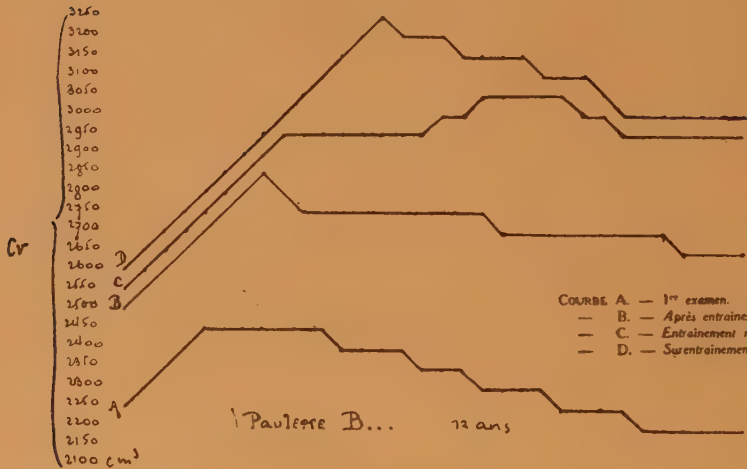
Ceci est dû au fait que les graduations des différents appareils utilisés ne correspondent pas entre elles. Il serait d'ailleurs à souhaiter que ces appareils destinés à enregistrer des mesures de même ordre soient étalonnés.

Pour ce qui nous intéresse ici, le fait n'a qu'une importance toute relative étant donné que pour un même sujet, la quantité obtenue varie toujours dans les mêmes proportions et que la valeur du nombre ne peut changer l'allure de la courbe qui garde toute sa signification.

Remarquons, d'autre part, que les courbes représentant le deuxième groupe indiquent des variations plus importantes que les courbes du premier groupe. De ce fait, nous incriminerons tout d'abord l'instrumentation, les deux spiromètres étant construits différemment, et l'un d'eux étant beaucoup plus sensible que l'autre, la



COURBE A. — 1^{er} examen.
— B. — Après 1 mois d'entraînement respiratoire.



COURBE A. — 1^{er} examen.
— B. — Après entraînement.
— C. — Entraînement régulier.
— D. — Surentraînement, fatigue.



COURBE A. — 1^{er} examen.
— B. — Après un essai d'entraînement pendant 1 mois de gymnastique collective.
— C. — Après gymnastique plus rationnelle et repos du sujet.

force de l'expiration donnait à cet appareil une sorte d'élan au départ dans le déplacement des aiguilles d'inscription.

De plus, nous avons dans le deuxième groupe d'observations, des enfants qui faisaient pour la première fois ces exercices alors que les sujets du premier groupe étaient déjà entraînés à la pratique des inspirations et des expirations forcées, et ceux-ci ont fourni dans l'expérimentation des chiffres qui semblent plus exacts.

Il faut donc faire la part de ces irrégularités et constater par ailleurs que l'allure générale du tracé ne s'en trouve point modifiée.

Chez ces enfants, qui pratiquaient pour la première fois un entraînement respiratoire, la capacité vitale s'est trouvée rapidement accrue, et, par la suite, s'est toujours maintenue au-dessus du chiffre obtenu au début de l'expérience.

COURBES DE FATIGUE CHEZ L'ENFANT PATHOLOGIQUE

Dans le service de notre Maître Georges Huc, Mlle Fontaine, qu'une mort brutale arracha prématurément à ses travaux, les a étudiées spécialement chez certains scoliotiques au cours d'entraînement gymnastique.

Nous rapportons ci-contre quelques exemples qui nous ont semblés démonstratifs.

La courbe de fatigue telle qu'elle a été étudiée par la plupart des expérimentateurs semble donc conserver toute sa valeur dans les cas pathologiques.

CONCLUSIONS

Chez l'enfant pathologique, la méthode est bonne.

Chez l'enfant normal, il n'y a pas de courbe : le tracé est un plateau ou une droite.

En voici la raison :

Les inspirations suivies d'expirations prolongées que nous faisons faire à ces enfants, nous donnaient bien la capacité obtenue au cours des mouvements respiratoires que nous mesurions à raison d'un toutes les 15 secondes. Ce qui équivalait à 4 mouvements par minutes.

Or, étant donné que, normalement, le nombre de ces mouvements est au minimum d'une vingtaine par minute, la plus grande partie échappait à notre investigation.

Pour arriver à la fatigue chez un sujet normal, il a été indispensable de faire souffler le sujet plusieurs fois de suite dans un spiromètre, sans arrêt, jusqu'à l'épuisement.

C'est donc une technique nouvelle qui a été étudiée dans le service de G. Huc, et que nous proposons.

TECHNIQUE DE LA COURBE D'ÉPUISEMENT

INSTRUMENTATION.

Il est indispensable d'avoir un spiromètre qui enregistre rapidement la quantité d'air traversant l'appareil au cours d'une expiration forcée, et qui permette aussitôt après d'effectuer la mesure de l'expiration suivante.

Les appareils basés sur le principe de la cloche à gaz et le principe d'Archimède qui donnent d'excellents résultats dans la pratique de l'entraînement respiratoire, ont été inutilisables : il faut entre chaque expiration un certain temps de pose pour que l'air introduit dans l'appareil soit expulsé et que celui-ci reprenne sa position initiale; ce qui permet au sujet, pendant cet intervalle, d'exécuter en dehors de tout contrôle quelques mouvements respiratoires sans efforts et de se reposer.

Pour cette raison, il nous a fallu utiliser un spiromètre de Verdin.

Cet appareil, fondé sur le principe des compteurs à gaz sec, est muni de cadrans à aiguilles gradués en litres et centilitres. Il est mis en rapport avec la bouche du sujet à l'aide d'un tube de caoutchouc. Le déplacement des aiguilles indique la quantité d'air qui traverse l'appareil à chaque expiration et donne ainsi la mesure de la capacité vitale.

De plus, ce spiromètre était pourvu d'un dispositif permettant de ramener automatiquement au zéro les aiguilles d'inscription, et d'enregistrer ainsi, sans inter-

ruption les expirations successives. Ceci est indispensable à l'application de la méthode que nous énonçons.

LE SUJET est debout et souffle dans le tube de caoutchouc. Il doit être libre de toute gêne ou préoccupation.

CONDITIONS D'EXPÉRIMENTATION : Les mouvements respiratoires se succèdent normalement à un rythme assez rapide : on pourrait théoriquement compter un mouvement toutes les 3 secondes.

Pendant ce temps, un même individu ne peut à la fois surveiller l'expérience et enregistrer les mesures.

Il faut donc être deux :

Un observateur qui fait les lectures à haute voix, et un aide qui transcrit les chiffres annoncés.

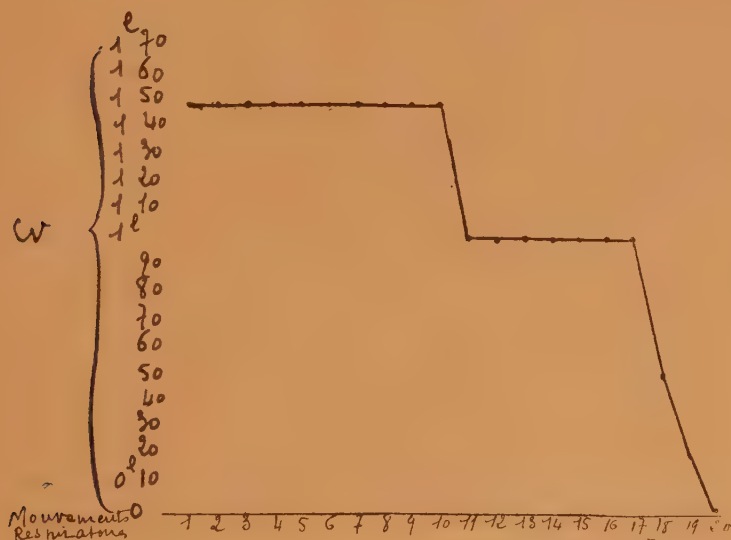
MÉTHODE : Après une inspiration profonde, on recommande à l'enfant d'expirer à fond dans le tube. Le résultat est immédiatement enregistré, puis, sans arrêt, nouvelle inspiration, nouvelle expiration à fond, nouvel enregistrement, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'enfant, épuisé, abandonne la partie. Il est ensuite facile, en portant les temps en abscisse et les capacités respiratoires en ordonnée, de tracer une courbe.

RÉSULTATS : Après avoir examiné plus de 100 enfants, nous publions les résultats obtenus avec une cinquantaine de sujets chez lesquels nous avons appliqué la méthode d'expérimentation établie d'après ces recherches.

Quel que soit l'âge, la taille, le poids du sujet, la forme de la courbe reste la même. Seule la hauteur de cette courbe change.

Elle est plus basse chez les sujets dont la capacité vitale est moins élevée.

TOUT ENFANT NORMAL est capable de faire une dizaine d'expirations à hauteur constante (les chiffres ont varié de 8 à 12). Après ces 10 expirations, il se produit une chute de hauteur à peu près constante, équivalant à 0 l. 500 suivie de 5 à 8 expirations à hauteur de chute; puis, rapidement, la courbe tombe au zéro.



C'est donc entre 16 et 20 mouvements respiratoires que l'on obtient l'arrêt de l'expiration.

16 chez les sujets jeunes;

20 chez les sujets un peu plus âgés.

L'enfant accomplit sans difficultés les premières expirations qui lui semblent un jeu; le mouvement des aiguilles l'amuse. Il voudrait atteindre un chiffre plus élevé; mais rapidement, il commence à ressentir une

fatigue exprimée par le premier échelon de la courbe. Il faut alors l'encourager, le stimuler pour qu'il prolonge son effort : *car il est indispensable qu'il y ait effort véritable* pendant toute la durée de l'expérience pour produire le travail des muscles respiratoires dont nous voulons mesurer la résistance.

ANOMALIES DE LA COURBE :

Celle-ci peut de temps en temps présenter un crochet ; soit au début du tracé traduisant un accroissement de la capacité respiratoire chez un sujet qui n'avait pas donné toute sa mesure à la première expiration ; soit un abaissement au cours de l'expérience, dû à l'épuisement nerveux immédiatement relevé par le tonus nerveux.

Par contre, dans l'épuisement musculaire qui apparaît à la fin de l'expérimentation, la chute semble constante.

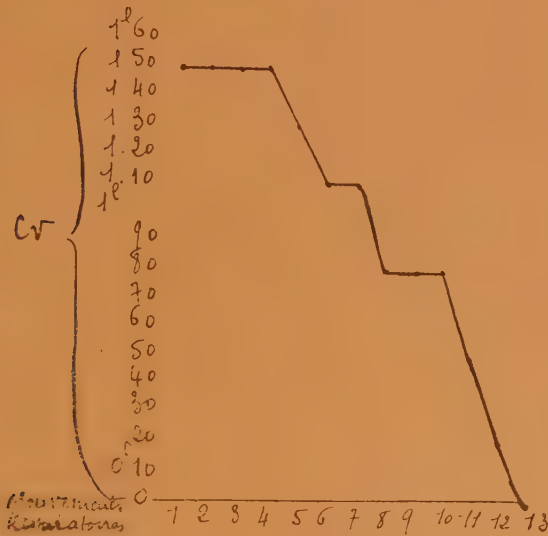
Nous n'avons pas appliqué cette méthode en série chez des sportifs.

EN CLINIQUE :

elle permet de dépister facilement les INSUFFISANTS RESPIRATOIRES : les épuisés.

Après 4 ou 5 mouvements respiratoires à hauteur égale, il se produit chez eux une chute en lysis, puis 2 ou 3 expirations à hauteur de chute, et l'enfant s'arrête épuisé. Il suffit donc alors d'une dizaine de mouvements respiratoires pour atteindre l'épuisement.

Nous reproduisons ici le type de courbe obtenu chez ces sujets.



CRITIQUES :

1° L'Appareil de Verdin est dispendieux, et, ce fait, crée un obstacle à son introduction dans la pratique courante.

Il serait utile de concevoir des appareils de mesure construits sur les mêmes données, moins coûteux, et qui seraient ainsi à la portée de tous.

2° On peut reprocher à la méthode de ne pas établir exactement la capacité vitale du sujet.

Nous dirons avec Claude Bernard que, pour un même sujet, une même cause d'erreur intervenant au cours

d'expériences répétées, ne modifie pas l'exactitude des résultats. De plus, ce qui compte dans la courbe d'épuisement, ce n'est pas la valeur absolue de chaque mesure de capacité vitale, mais uniquement le rapport des différentes mesures, rapport exprimé par le tracé.

AVANTAGES :

1° Nous nous plaçons exactement dans les conditions habituelles d'un enfant qui s'essouffle et qui court et ne prend pas le temps de remplir ses poumons.

Il en est de même au cours des exercices sportifs : l'effort respiratoire accompli passe inaperçu ; le sujet ne surveille pas le fonctionnement de son appareil respiratoire, sauf s'il devient pour lui un obstacle à la pratique de son meilleur passe-temps.

Dans ces conditions, si un sujet examiné fournit une courbe d'épuisement analogue au premier type que nous en avons donné, nous pourrions donc conclure qu'il est capable du même effort respiratoire que les sujets normaux auxquels nous avons appliqué cette méthode.

2° Dans le cas d'insuffisance respiratoire, la courbe d'épuisement nous sera d'un grand secours. Nous savons que l'entraînement respiratoire peut amener chez ces épuisés une amélioration importante s'il est rigoureusement réglé et contrôlé.

Cette méthode dont la technique est simple, l'application courte et facile, permettra au médecin de suivre attentivement la marche progressive de cet entraînement, d'en interrompre la pratique ou d'en modifier la formule s'il le juge utile, et d'obtenir, grâce à des contrôles répétés, des résultats souvent inespérés.

CONCLUSIONS

1° Les méthodes telles que la détermination de la durée du maximum d'Apnée volontaire, l'étude de la capacité vitale ou du débit respiratoire ne semblent pas donner des résultats suffisants pour l'appréciation exacte de la résistance ou de la fatigue respiratoire chez l'enfant.

2° La courbe de fatigue, telle qu'elle a été étudiée, est très intéressante pour les recherches cliniques en pathologie; elle semble d'application plus difficile chez des enfants normaux.

3° Nous proposons d'étudier la courbe d'épuisement qui, rapidement, donne des résultats faciles à inscrire et à interpréter.

Dans les milieux scolaires, cette courbe permettra de régler la formule d'éducation physique applicable à chaque individu, d'autoriser ou d'interdire certains sports violents : ceux-ci ne doivent en aucun cas outrepasser les forces du sujet, sous peine d'aller ainsi à l'inverse du but qu'ils se proposent d'atteindre : le développement et l'amélioration de la race.

Vu :

Le doyen,
BALTHAZARD.

Vu :

Le Président de Thèse,
LÉON BINET.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

- Ch. ACHARD et Léon BINET. — *Examen fonctionnel du Poumon*, Paris, 1922; Masson, éd.
- Léon BINET. — Coefficient Respiratoire chez l'Enfant. *Bulletin Médical*, 30 décembre 1922.
- M. BOURGEOIS. — Epreuve du Maximum d'Apnée Volontaire. *Thèse, Doctorat en médecine*, Paris, 1920.
- P. LEREBoulLET. — Insuffisance Respiratoire chez l'Enfant. *Paris Médical*, 17 janvier 1925.
- L. OMBRÉDANNE. — *Précis de Pathologie Chirurgicale Infantile*. Paris, 1925; Masson, éd., p. 381.
- F. W. PEABODY et C. STURGIS. — The effect of general weakness and fatigue on the vital capacity of the lungs. *Arch. of international Medecine*, november 1921, vol. 28 n° 5, p. 501.
- J. L. PECH. — Masque Manométrique. Nouveau procédé pour l'étude du débit respiratoire. *Thèse doctorat en Médecine*, Montpellier, 1920.
- P. REYNIER. — La Capacité vitale chez les cardio-pulmonaires. Ses indications en thérapeutique infantile. *Thèse doctorat en médecine*, Paris, 1921.
- H. ROUSSELOT. — Séquelles pulmonaires chez les intoxiqués par gaz de combat. *Thèse doctorat en médecine*, Paris, 1920.
- Renée SICARD. — Moyens d'exploration fonctionnelle de la respiration chez l'Enfant. *Thèse doctorat en médecine*, Paris, 1922.

